

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Sistem perpipaan ialah suatu alat yang berfungsi untuk mengalirkan fluida dari satu tempat ke tempat lain. Pembengkokan pipa yang tidak dilakukan dengan memenuhi standar akan mengakibatkan masalah seperti kelelahan, korosi, keretakan dan lain-lain. Dari semua jenis masalah yang dialami saat atau setelah proses pembengkokkan yang sering terjadi seperti keretakan, maka persoalan ini perlu diperhatikan lebih karena efek lanjutan dari keretakan bisa mengakibatkan beberapa kerugian dari segi material dan fungsinya. Akibat dari keretakan ini menjadikan melemahnya kekuatan pipa dan seiring bertambahnya panjang keretakan sampai pipa tidak dapat lagi menahan beban (statis dan dinamis) yang diberikan.

Pada pembengkokkan pipa sudut belokan yang terjadi akibat adanya perubahan arah fluida disebut elbow. Pembelokan arah fluida dalam pipa pada umumnya digunakan fitting/keni, akan tetapi keni dapat menimbulkan beberapa permasalahan pada aliran seperti :

1. Kebocoran
2. Kerusakan pada pipa
3. Tinggi tekanan fluida hilang

Hilangnya tekanan fluida pada pipa–pipa bengkok dan belokan serta pipa siku–siku (kehilangan oleh belokan –belokan) dapat menyebabkan kehilangan–kehilangan karena berubahnya arah, Krist (1991).

Faktor – faktor yang mempengaruhi terjadinya masalah saat proses pembengkokkan pipa biasanya terjadi oleh beberapa hal seperti alat yang tidak standart, sudut yang terlalu kritis pada pipa dengan ketebalan yang tipis dan variasi radius. Semakin kecil radius yang digunakan pada proses pembengkokkan pipa maka semakin besar peluang terjadinya keretakan maupun kekerasannya. Pipa yang dibengkokkan dengan sudut yang berbeda, maka nilai kekerasannya pun berbeda. Pipa yang mengalami pembengkokkan biasanya berubah sifat mekanisnya, jika sifat mekanis ini tidak sesuai dengan yang diinginkan maka perlu dilakukan heat treatment.

Ada dua metode yang digunakan untuk bending pipa, pengerjaan dengan panas dan pengerjaan dengan dingin. Pada proses bending pengerjaan dingin biasanya dilakukan dengan memberi isian pada pipa. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir terjadinya masalah seperti perubahan pada diameter, kerutan atau keretakan. Gaya –gaya yang terjadi pada bending pipa sama dengan gaya memotong. Pada bagian outplant pipa biasanya mengalami gaya tarik yang mengakibatkan berubahnya bentuk struktur menjadi lebih meregang atau lebih besar, yang mengakibatkan berubahnya sifat mekanis pipa menjadi lebih lunak. Sedangkan pada bagian inplant pipa mengalami gaya tekan yang mengakibatkan struktur pipa lebih rapat dan menghasilkan sifat mekanis yang lebih keras. Sedangkan pada bagian yang tidak mengalami radius tidak terjadi gaya.

Dari penelitian yang dilakukan (Sidi, 2012) ini membahas tentang hasil pengaruh kekerasan terhadap pipa yang dibengkokkan akibat pemanasan pada Material ASME 335 Grade P91 dengan pelakuan panas. Pengamatan pada permukaan pipa terjadi kenaikan nilai kekerasan paling tinggi pada potongan paling tengah spesimen dibandingkan potongan pinggir, ini karena spesimen pada potongan tengah ini mengalami deformasi cukup tinggi yang menyebabkan terjadinya gaya tarik pada bagian outplane dan gaya tekan pada inplane. Di sisi lain penelitian yang dilakukan oleh (Suharto, 2016) tentang pengaruh pengisian pasir dan lilin terhadap kualitas pembentukan batang pipa dengan proses cold work menghasilkan beberapa parameter diantaranya pengaruh pengisian pada proses pembengkokan mempengaruhi hasil lebih baik pada pipa, selain itu ketebalan pada pipa juga ikut mempengaruhi hasil dari pembengkokan yang lebih halus. Pengisian saat melakukan proses pembengkokan pipa sendiri untuk meminimalkan terjadinya retak yang menjadi persoalan akibat gaya yang diberikan pada pipa serta deformasi yang terjadi. Dan juga dari penelitian yang juga dilakukan oleh (Nugroho, 2017) tentang pengaruh proses annealing terhadap perubahan kekerasan dan struktur mikro pada pipa SA 179 yang telah mengalami pembengkokan menghasilkan beberapa parameter yaitu mengalami perubahan tebal setelah mengalami pembengkokan, tebal pada bagian outplane mengalami penurunan dan bagian inplane mengalami kenaikan tebal. Selain itu juga mengalami perubahan kekerasan pada pipa dimana pipa yang telah di annealing mengalami penurunan kekerasan. Nilai kekerasan paling tinggi terdapat pada daerah

tengah pipa yang merupakan puncak dari pembengkokan dan mengalami deformasi plastis paling tinggi.

2.2 Baja

2.2.1 Pengertian baja

Baja adalah paduan murni dari besi dan karbon dengan konsentrasi karbon yang jauh lebih rendah (Munasir, 2009). Besi (Fe) pada baja memiliki kandungan sekitar 97 % dan karbon (C) sekitar 0,2 % hingga 2,1 % sesuai *grade*-nya. Unsur selain besi (Fe) dan karbon (C), baja mengandung unsur lain seperti mangan (Mn) dengan kadar maksimal 1,65 %, silikon (Si) dengan kadar maksimal 0,6 %, tembaga (Cu) dengan kadar maksimal 0,6 %, sulfur (S), fosfor (P) dan lainnya dengan jumlah yang dibatasi dan berbeda-beda (Seidu, 2013).

Karbon adalah unsur penting pada baja yang dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasan baja, tapi dalam jumlah yang banyak akan menurunkan ketangguhan (*thoughness*) baja tersebut. Kandungan karbon pada baja sekitar 0,1-1,7 %, sedangkan unsur lainnya dibatasi sesuai dengan kegunaan baja.

2.2.2 Klasifikasi Baja

Baja bisa diklasifikasikan berdasarkan komposisi kimianya seperti kadar karbon dari paduan yang digunakan. Dibawah ini klasifikasi baja berdasarkan komposisi kimianya.

a. Baja Karbon

Baja karbon memiliki 2 (dua) unsur yaitu besi dan karbon. Persentase kandungan karbon memiliki perbedaan pada campuran logam baja yang menjadi salah satu klasifikasi baja. Berdasarkan dari kandungan karbon, baja dibagi menjadi 3 (tiga) macam yaitu:

1. Baja karbon rendah (*Low Carbon Steel*)

Pada Baja karbon rendah mengandung karbon kurang dari 0,3 %. Baja karbon rendah adalah baja yang paling murah biaya produksi diantara baja karbon lainnya, mudah dilas, serta keuletan dan ketangguhannya sangat tinggi tetapi kekerasannya rendah dan tahan aus. Baja jenis ini biasanya digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan komponen bodi mobil, struktur bangunan, pipa gedung, jembatan, kaleng, pagar dan lain-lain.

2. Baja karbon sedang (*Medium Carbon Steel*)

Baja karbon sedang merupakan baja yang memiliki kandungan karbon dengan persentase sebesar 0,3 % - 0,6 %. Kelebihan yang dimiliki oleh baja karbon sedang yaitu kekerasannya lebih tinggi daripada baja karbon rendah, kekuatan tarik dan batas regang yang tinggi, tidak mudah dibentuk oleh mesin, lebih sulit dilakukan pengelasan dan dapat dikeraskan dengan *quenching*. Baja karbon sedang banyak diaplikasikan untuk poros, rel kereta api, roda gigi, pegas, baut, komponen mesin yang membutuhkan kekuatan tinggi dan lain-lain.

3. Baja karbon tinggi (*High Carbon Steel*)

Baja karbon tinggi adalah baja dengan kandungan karbon sebesar 0,6 % - 1,7 % dan memiliki tahanan panas yang tinggi, kekerasan tinggi, tetapi keuletannya lebih rendah. Baja karbon tinggi memiliki kuat tarik paling tinggi dan banyak digunakan untuk material perkakas (*tools*). Salah satu penerapannya dari baja ini yaitu dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Dari jumlah karbon yang terkandung di dalam baja maka karbon ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas dan alat-alat perkakas seperti palu, gergaji atau pahat potong.

b. Baja Paduan

Jenis baja paduan dapat disimpulkan sebagai suatu baja yang mengalami pencampuran dengan satu atau lebih unsur campuran seperti nikel dan unsur lain-lain yang berguna untuk memperoleh sifat-sifat baja yang dikehendaki. Seperti sifat kekuatan, kekerasan dan keuletannya. Hasil paduan dari beberapa unsur yang berbeda memberikan sifat tertentu pada baja. Seperti pada baja dengan paduan nikel, mangan dan krom bias didapatkan hasil baja yang mempunyai sifat yang keras dan ulet. Dari hasil paduan baja, paduan dibagi menjadi tiga macam yaitu:

1. Baja paduan rendah (*Low Alloy Steel*)

Jenis baja dengan unsur paduan dibawah 2,5 % dinamakan baja paduan rendah, baja paduan ini memiliki kekuatan juga ketangguhan yang lebih baik dari baja karbon dengan kadar karbon yang sama, mempunyai keuletan lebih baik dari pada baja karbon dengan kekuatan yang sama. Baja ini banyak diaplikasikan sebagai perkakas seperti pahat kayu dan gergaji.

2. Baja paduan menengah (*Medium Alloy Steel*)

Baja paduan menengah adalah baja dengan unsur paduan 2,5 % - 10 %. Adapun unsur-unsur pada baja jenis ini diantaranya Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain.

3. Baja paduan tinggi (*High Alloy Steel*)

Baja paduan tinggi adalah baja paduan dengan kadar unsur paduan lebih dari 10 %. Cr, Mn, Ni, S, Si, dan P adalah unsur yang terdapat pada baja jenis ini.

2.2.3 Baja ST 37

Baja ST37 adalah baja yang banyak diaplikasikan pada konstruksi jembatan, perkapalan dan industri perpipaan. Baja ini memiliki kekerasan \pm 170 HB dan kekuatan tarik 650 - 800 N/mm². Pada dasarnya baja St 37 dapat digunakan langsung tanpa mengalami perlakuan panas, kecuali jika diperlukan pemakaian khusus. Baja ST37 memiliki kadar karbon sebesar

0,13 % dan tergolong baja karbon rendah. Komposisi kimia baja St37 dapat dilihat pada Tabel (Dian Mardina, 2018)

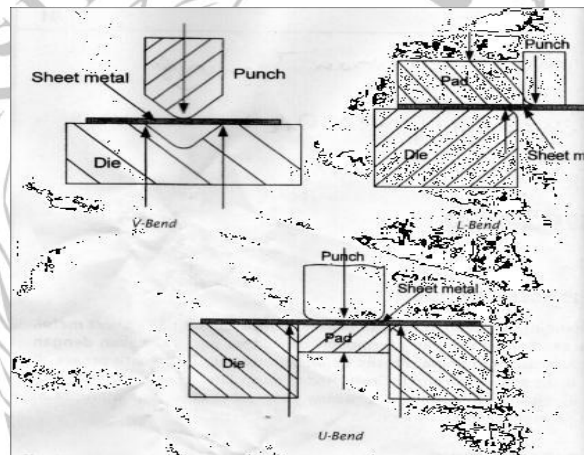
Tabel 2.1 Komposisi Kimia Baja ST 37

No	Unsur	Komposisi (%)
1	Karbon (C)	0,134
2	Mangan (Mn)	1,19
3	Silikon (Si)	0,247
4	Fosfor (P)	0,022
5	Sulfur (S)	0,002
6	Cuprum (Cu)	0,011
7	Nikel (Ni)	0,019
8	Molibden (Mo)	0,003
9	Krom (Cr)	0,025
10	Vanadium (V)	0,0004
11	Titanium (Ti)	0,009
12	Besi	98,2

Sumber RDX : LIPI Laboratory, 2016

2.3 Bending

Bending merupakan proses pembengkokan atau penekukan. Gaya-gaya yang terdapat pada proses bending saling berlawanan arah. Stress pada saat bending hanya terjadi pada bagian radius yang membentuk, sedangkan pada bagian yang rata tidak terjadi stress. Material pada bagian luar radius tertarik dan meregang, sedangkan radius bagian dalam terjadi sebaliknya yaitu *compression-stress*. Karena itu apabila terjadi kerusakan proses, maka pada radius bagian luar akan terjadi *crack* dan kerutuan pada radius bagian dalam.



Gambar 2.1 Gaya-gaya yang bekerja pada proses bending (Sumber: Rony Sudarman Theryo, 2009)

Proses bending memiliki berbagai macam dan jenis sesuai kebutuhan yang di kehendaki. Bending yang sering kali digunakan pada pipa sendiri ada beberapa seperti berikut ini :

1. Roll bending

Roll bending biasa dipakai untuk membentuk silinder, atau bentuk-bentuk lengkungan besar. Roll bending menggunakan (3) tiga roller

yang disusun membentuk segi tiga pada satu poros untuk mendorong dan membengkokkan logam.

2. Rotary Draw Bending

Bending ini memakai roll penekan dan cetakan. Roll yang bekerja berputar menekan dan mendorong ke arah cetakan. Pembentukan menggunakan draw bending ini sangat cepat dan menghasilkan produksi yang banyak, namun kelemahannya yaitu pada benda terjadi springback yang cukup signifikan sehingga hasil kurang maksimal.

3. Forming bending

Bending menggunakan panas biasanya digunakan untuk perbaikan dimana logam dipanaskan pada bagian yang akan dibengkokkan, hal ini mengurangi resiko terjadinya kerutan dan retak pada logam.

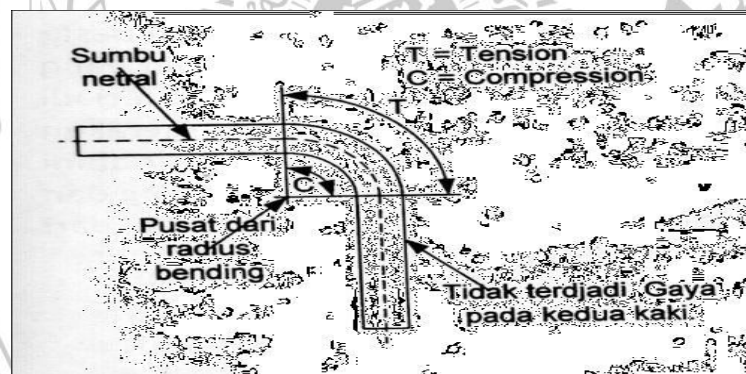
Adapun teknik yang digunakan saat melakukan proses pembengkokkan pipa sendiri biasanya mengacu pada jenis bending yang digunakan. Teknik pembengkokkan ini untuk meminimalkan terjadinya masalah yang sering terjadi pada proses pembengkokkan pipa, beberapa teknik pembengkokkan pipa diantaranya sebagai berikut.

1. Teknik pembengkokkan pipa dengan menggunakan pasir untuk mengisi pipa sebelum pipa dibengkokkan. Hal ini ditujukan untuk mencegah terjadinya pengecilan diameter pada pipa setelah proses pembengkokkan.
2. Teknik yang menggunakan pemanasan sebelum proses pembengkokkan bertujuan agar pipa semakin lentur.
3. Teknik pembengkokkan dengan menggunakan mandrel. Menggunakan cara ini tidak perlu mengisi dengan pasir atau memanaskan pipa terlebih dahulu,

akan tetapi kita bisa langsung melakukan pembengkokan pipa dengan memasukan mandrel dalam pipa.

2.3.1 Sumbu Netral (*Neutral Axis*)

Dikarena radius sheet metal bagian luar mendapat gaya tarik dan pada bagian dalam terjadi gaya tekan, maka akan terdapat daerah pertemuan yang tidak ada gaya tarik ataupun gaya tekan. Titik-titik ini bila disambungkan akan menjadi sebuah garis yang disebut sumbu netral (*neutral axis*). Sumbu netral tidak selalu berada tepat di tengah-tengah antara kedua sisi. Panjang dari sumbu netral sama dengan panjang material aslinya, maka dapat dipakai untuk perhitungan panjangnya material bukaan (*development material*).



Gambar 2.2 Gaya-gaya tarik dan tekan pada proses bending
(Sumber: Rony Sudarman Theryo, 2009)

Beberapa hal yang mempengaruhi letak sumbu netral tersebut antara lain sebagai berikut:

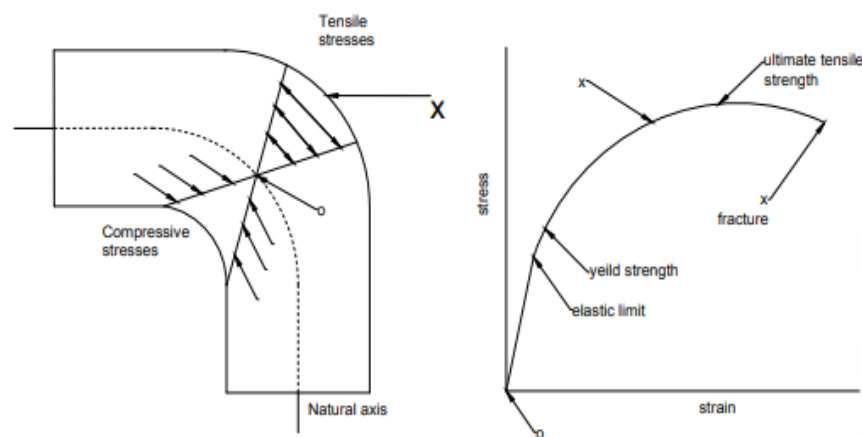
- a. Apabila tebal material sama dan *bending radius* mengecil, maka sumbu netral akan bergerak kedalam.

- b. Apabila *bending radius* sama dan tebal material bertambah, maka sumbu netral akan bergerak kedalam.
- c. Apabila *bending radius* dan tebal material sama dan sudut bengkok (*degree of bend*) bertambah, maka sumbu netral akan bergerak kedalam.

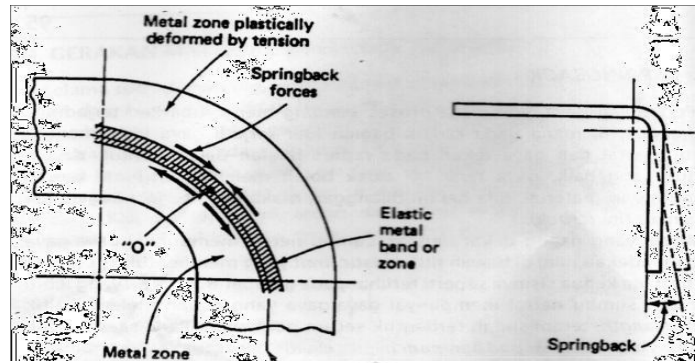
Beberapa hal diatas sering kali dapat menyebabkan melesetnya perhitungan *blank development*, sehingga masih perlu adanya perubahan-perubahan setelah percobaan.

2.3.2 Springback

Perbedaan gaya yang terdapat pada proses *bending* mengakibatkan terjadinya *springback*, dimana pada radius bagian luar terjadi gaya tarik menuju sumbu netral dan gaya tekan pada radius bagian dalam. Rancangan produk yang baik, gaya tarik tidak boleh melebihi *ultimate tensile strength* dari material. Apabila hal ini di langgar, maka akan terjadi kegagalan pada material (*crack*).



Gambar 2.3 Changing stress pattern in a bend
(Sumber: Rony Sudarman Theryo, 2009)



Gambar 2.4 Springback forces
(Sumber: Rony Sudarman Theryo, 2009)

Bila akan dilakukan perancangan bending die, maka perlu memperhitungkan factor springback yang akan terjadi setelah gaya-gaya pada material (produk) dibebaskan. Springback tergantung dari jenis material. Sudut die bending α_1 tidak akan menentukan secara tepat sudut pada produk yang diinginkan α_2 dikarenakan adanya springback. Rasio sudut ini dinamakan factor springback KR, yang tergantung pada spesifikasi material (*sheet metal thickness*) atau t/s :

$$\alpha_1 \alpha_2 = \frac{\alpha_1 \alpha_1}{\alpha_2 \alpha_2} = \frac{ri_1 + 0,5 xs}{ri_2 + 0,5 xs}$$

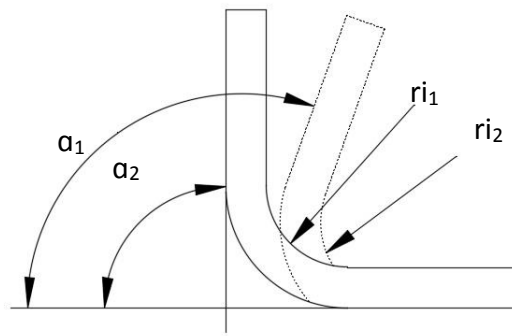
Keterangan :

α = Sudut dari die ($^\circ$)

x = Sudut dari produk yang diinginkan ($^\circ$)

s = Tebal material (mm)

ri = Radius dalam dari produk (mm)



Gambar 2.5 *Elastic recovery after bending* (Sumber: Rony Sudarman Theryo, 2009)

2.3.3 Minimum Radius Bending

Supaya hasil *bending* tidak sobek atau berkerut maka setiap kali merencanakan proses bending harus selalu memperhatikan minimum *bending* radius. Beberapa cara mencari minimum *bending* radius dapat menggunakan rumus berikut ini :

$$\text{Minimum bending radius (Rmin)} = C \times S$$

Dimana :

S = tebal sheet metal, round bar atau pipa (mm)

C = nilai konstan tergantung dari jenis material

Tabel 2.2 Nilai Konstan dan Minimal Radius

Material	Nilai c	R min
ST 37 / ST 50	0,5	0,5 s
Copper	0,25	0,25 s
Brass	0,35	0,35 s
Bronze	1,2	1,2 s
Aluminium (murni)	0,7	0,7 s
Aluminium MG	1,4	1,4 s
Aluminium SI MG	2,5	2,5 s

2.3.4 Bend Allowance

Perhitungan pada jari-jari tekuk biasanya diukur melalui sumbu tekuk (*bend axis*) ke permukaan tekukan bagian dalam (bukan ke sumbu netral). Jari-jari tekuk sendiri ditentukan dari jari-jari perkakas yang digunakan. Apabila jari-jari tekukan yang dipakai pada benda kerja relatif kecil terhadap ketebalan benda kerja, maka logam cenderung akan mengalami regangan saat proses pembengkokan. Supaya didapatkan dimensi akhir yang sesuai, maka perlu perhitungan panjang awal bagian lembaran yang akan mengalami peregang (panjang sumbu netral sebelum dibengkokkan). Panjang bagian lembaran biasa disebut *bend allowance*. *Bend allowance* dapat diperkirakan dengan rumus sebagai berikut :

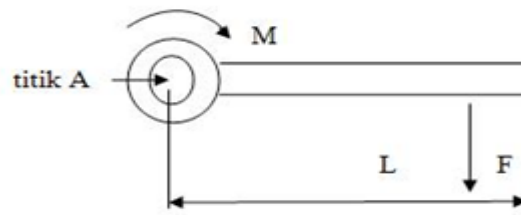
$$BA = 2\pi \frac{A}{360} (R + K_{ba} t)$$

Dimana :

- BA = *Bend allowance*, in. (mm)
- A = Sudut tekuk (*bend angle*), derajat.
- R = Jari-jari tekuk (*bend radius*), in. (mm)
- t = ketebalan benda kerja, in. (mm)
- K_{ba} = Faktor yang memperkirakan regangan (bila $R/t < 2$, $K_{ba} = 0,33$ dan bila $R/t > 2$, $K_{ba} = 0,50$)

2.3.5 Momen Gaya

Momen adalah hasil dari gaya kali jarak dari titik tersebut sampai ke garis kerja gaya. Bila momen bekerja ke arah kanan (searah jarum jam) maka biasa dinamakan momen positif (+), sedangkan apabila momen bekerja berlawanan arah jarum jam maka momen tersebut dinamakan momen negatif (-).



Gambar 2.6 Skema Momen Sederhana

Oleh karena gerakan gaya yang memutar maka momen gaya tersebut besarnya sama dengan gaya yang dikalikan dengan jarak. Maka besar momen yang terjadi adalah :

$$M = F \times L$$

Dimana : M = Momen gaya (N/cm, kgf.cm)

F = Gaya (Kg)

L = Panjang lengan (cm)

2.3.6 Deformasi Plastis

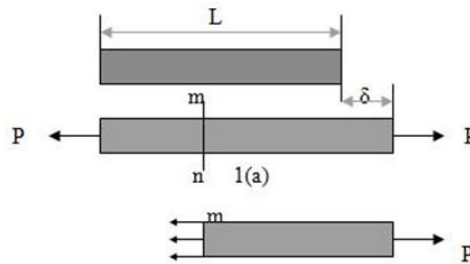
Suatu proses perubahan bentuk diakibatkan tegangan yang melampaui kekuatan dari bahan tersebut sehingga mengakibatkan perpanjangan penampang / permukaan bahan mengalami tarikan atau tekukan permukaan bagian luar mengalami perpanjangan dan permukaan pada bagian dalam terjadi tekukan akibat gaya/tarikan yang bekerja pada bahan tersebut dinamakan deformasi plastis. Deformasi plastis yang terjadi pada proses penekukan pipa dikarenakan pipa mengalami gaya tarik yang bekerja memutar pada titik sumbu.

2.4 Analisa Tegangan

2.4.1 Tegangan Normal

Konsep dasar dari tegangan dapat dilakukan dengan mininjau batang prismatik yang diberi beban dengan gaya-gaya aksial (P) pada setiap ujungnya. Batang prismatik merupakan batang lurus yang memiliki

penampang yang sama pada keseluruhan panjangnya. Tarikan yang ditimbulkan gaya-gaya aksial sama rata pada batang sehingga batang mengalami tegangan tarik (*tension stress*).



Gambar 2.7 Batang Prismatik yang mengalami tarikan

Apabila menganalisa tegangan internal yang ditimbulkan oleh gaya aksial maka dibuat suatu irisan mn, irisan ini dikenal sebagai suatu penampang (cross section). Beban tarik (P) bekerja pada ujung batang, sementara pada bagian lain bekerja yang menyatakan gaya aksi dari bagian batang yang terpisah. Tegangan yang terdistribusi secara merata pada gambar 2.7 bahwa resultannya sama dengan intensitas (σ) kali luas penampang A, resultan ini besarnya sama dengan beban P yang dikenakan tapi arahnya berbeda maka diperoleh.

$$\sigma_{\text{tarik}} = \frac{P}{A}$$

Dimana : σ = Tegangan yang terjadi pada penampang (kgf/cm^2)

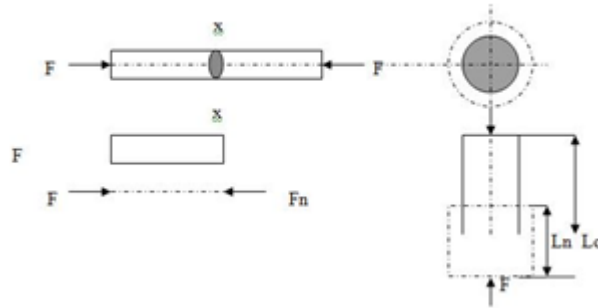
P = Gaya pada penampang batang (kg/cm)

A = luas penampang batang (cm^2)

2.4.2 Tegangan Tekan

Pembebanan tekan merupakan kebalikan dari pembebanan tarik, maka tegangan tekan juga merupakan tegangan tarik. Pembebanan tekan terjadi apabila gaya luar bekerja sejajar dengan sumbu batang ke arah batang tersebut. Akibat beban tekan tersebut, penampang batang akan bertambah

pendek dan terjadi pembesaran penampang. Bila batang tidak mampu menahan beban tekan tersebut maka batang akan rusak atau pecah.



Gambar 2.8 Batang yang mengalami pembebanan tekan

Gaya dalam (F_n) benda menahan pengaruh gaya luar, semakin besar luas penampangnya makin besar pula kekuatan yang terjadi maka dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_{\text{tekan}} = F / A$$

Dimana : σ = Tegangan tekan yang terjadi pada penampang (kgf/cm^2)

F = Gaya pada penampang batang (kg/cm)

A = luas penampang batang (cm)

2.5 Pengujian Kekerasan

Sifat mekanis logam adalah salah satunya kekerasan. Pengujian kekerasan pada dasarnya digunakan didalam proses *heat treatment*. Kekerasan memiliki beberapa pengertian dan sulit untuk didefinisikan dikarenakan memiliki arti yang berbeda sesuai dengan bidang pemakaiannya, dalam pengujian logam kekerasan didefinisikan sebagai suatu ketahanan suatu logam terhadap indentasi (Penekanan), disisi lain dalam mineralogi kekerasan adalah ketahanan suatu material dari goresan dengan menggunakan standart kekerasan.

Hubungan kekerasan yang terjadi sebanding dengan kekuatan logam, yaitu kekerasan suatu logam meningkat maka kekuatan logam tersebut akan cenderung meningkat. Namun apabila nilai kekerasan ini berbanding terbalik dengan keuletan logam, maka tingkat kekerasan bahan yang tinggi tidak bisa menjamin bahwa komponen mesin memiliki kekuatan (Ketahanan) untuk menerima beban.

Hasil melalui berbagai referensi rumus untuk pengujian kekerasan ada 3 (tiga) yaitu: (Metode Brinell, Metode Vickers, Metode rockwell).

2.5.1 Metode Vickers

Metode ini menggunakan indenter intan berbentuk piramida bujur sangkar dengan sudut 136° , indenter kemudian ditekan kedalam bahan dengan gaya F selama waktu tertentu, Sesudahnya piramida diangkat dan diagonal bekas tekanan tetap diukur. Prinsip pengujian ini adalah sama dengan metode Brinell, walaupun jejak yang dihasilkan berbentuk bujur sangkar berdiagonal. Panjang diagonal diukur dengan menggunakan skala pada mikroskop pengukur jejak.

Standart :

- ASTM E 384 - Rentang Mikro (10g-1000g)
- ASTM E 92 – Rentang Makro (1kg-100kg)
- ISO 6507 – Rentang Mikro dan Makro

Cara pengujian Vickers :

1. Persiapkan alat dan bahan pengujian
 - a. Mesin uji kekerasan Vickers (Vickers Hardness Test)
 - b. Indenter piramida intan (diamond pyramid)
 - c. Benda uji yang sudah di gerinda
 - d. Amplas sampai halus
 - e. Stopwatch
 - f. Mikroskop pengukur (biasanya satu set dengan alatnya)

2. Indentor ditekan ke benda uji/material dengan gaya tertentu.
(rentang mikro 10g-1000g dan rentang makro 1kg-100kg).
3. Kemudian ditunggu hingga 10-20 detik
2. Bebaskan gaya dan lepaskan indentor dari benda uji
3. Ukur rata-rata diagonal lekukan persegi (belah ketupat) yang terjadi menggunakan mikroskop pengukur.
4. *Input* data-data tersebut ke rumus

Rumus perhitungan pengujian metode Vickers

$$VHN = \frac{2P \sin(\frac{\theta}{2})}{d^2} = \frac{1,855 \times P}{d^2}$$

Dimana :

- P = beban diterapkan (kg)
d = panjang diagonal rata-rata (mm)
 θ = sudut antara permukaan intan yang berlawanan (136°)

Pengujian kekerasan Vickers banyak dilakukan pada pekerjaan penelitian karena metode tersebut dapat memberikan hasil berupa skala kekerasan yang kontinu untuk suatu beban tertentu dan digunakan pada logam yang sangat lunak yaitu DHP 5 hingga logam yang sangat keras dengan DHP 1500. Beban yang biasanya dipakai pada uji Vickers antara 1 hingga 100 kg, tergantung pada kekerasan logam yang akan diuji. Kerugian yang dialami saat pemakaian metode Vickers yaitu uji kekerasan Vickers tidak dapat digunakan untuk pengujian rutin karena pengujian tersebut lambat, memerlukan persiapan permukaan benda uji yang hati – hati dan terdapat pengaruh kesalahan manusia yang besar pada penentuan panjang diagonal.